

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

\* NOTICES \*

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

JP 10-147  
864

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the technique and the sputtering system which form a metal membrane or its compound in a semiconductor substrate by the spatter especially about the thin film formation technique and the sputtering system by the spatter.

[0002]

[Description of the Prior Art] The metal thin film used for LSI is mainly formed of the spatter. According to the spatter, the ground is because homogeneity is good, without giving a damage to a substrate, and the good layer with few impurities is stabilized at high speed and it can form.

[0003] However, in order to connect during a semiconductor device or a wiring as LSI is integrated highly, the aspect ratio expressed as a rate which broke the depth of opening by the diameter in opening (a contact hole, through hole) prepared in a layer insulation layer increased, and by the usual spatter technique used from the former, it has become difficult to form a metal thin film with sufficient covering nature in opening.

[0004] Then, in order to form a metal membrane also in the base of opening of a high aspect ratio with sufficient covering nature, the \*\*\*\*\* spatter method, the long slow spatter method, etc. are proposed as technique to which the rate of the spatter grain near the orientation of a substrate normal is made to increase.

[0005] The \*\*\*\*\* plate which prepared many holes between the target and the substrate is arranged, and the \*\*\*\*\* spatter method catches the spatter grain which shifted [ of the substrate ] from the normal greatly to a \*\*\*\*\* plate so that it may be indicated by JP,1-116070,A.

[0006] Moreover, the long slow spatter method for example, the collection of seminar drafts of the semi-contest Republic of Korea in 1994 -- 225 pages - 230 pages filling Technology \*\*\*\*\* Contact \*\*\*\*\* The Wiz \*\* Highness Aspect Ratio You \*\*\*\*\* Sputtering \*\*\*\*\* out collimator \*\* () [ Filling ] Technology For Contact Holes With a High Aspect Ratio Using Sputtering Without As introduced to a Collimator It is made to reach a substrate by making distance of a target and a substrate larger than a usual spatter, and carrying out a spatter by the low voltage force, without scattering about spatter grain.

D → [0007] By the long slow spatter method, the schematic diagram of the sputtering system when forming Ti layer in a 8 inch substrate is shown in drawing 5. As shown in drawing 5, the diameter of a target 25 is set to 300mm, and also sets distance of a target 25 and the substrate 28 to 300mm. A magnet is arranged at the rear face of a target 25 so that the position by which most spatters are carried out among targets 25 may become in diameter of about about 150mm (not shown). Moreover, for DC power supply and 29, as for a spatter room and 23, in drawing 5, a substrate electrode holder and 22 are [ 26 / a cathode electrode and 27 / the evacuation opening and 24 ] gas inlets.

[0008] In opening 42a prepared in the silicon oxide 42 near the center of a substrate 28 as shown in drawing 6 (a) when carrying out the spatter of the metal membrane using the sputtering system of a configuration of being shown in drawing 5 Since the spatter grain of the amount almost same in opening 42a comes flying, although the Ti layer 41 is uniformly formed in the pars basilaris ossis occipitalis and paries medialis orbitae in opening 42a In opening 42a prepared in the circumference section of a substrate 28 as shown in drawing 6 (b) Compared with the spatter grain which comes flying from the center of a target 25, since there is few spatter grain from [ of a target 25 ] the circumference, A substrate circumference side becomes thicker than a central site, and the thickness of Ti layer formed in the paries medialis orbitae and the base of opening 42a as shown in drawing 6 (b) has the problem that variation will arise in a thickness.

[0009] Moreover, one of a target and the substrates is inclined, slid rotated like JP,63-162862,A as technique of improving the heterogeneity of the level difference coverage of opening in the substrate circumference section, or the technique of combining those operations is proposed.

[0010] Moreover, also in the U.S. patent specification of No. 4,664,935, in order to improve the shape of the thickness homogeneity in the substrate of the layer formed by the spatter, level difference covering nature, and surface type, a target and 10-45 degrees of substrates are made to incline, and the method of rotating a substrate is proposed. It is only considering as 10-45 degrees so that a configuration (self shadow casing) which the degree of tilt angle of a target and a substrate is thickly formed by the upper part of opening, and plugs up opening may become small, and especially data, the ground, etc. nil why this domain becomes good are not indicated, but are very wide. [ of an angle domain ]

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there was a problem that the coverage formed by the base of opening was not good as the 1st trouble in the technique indicated by JP,63-162862,A, and the U.S. patent specification of No. 4,664,935. The ground is to collide with Ar gas several times and for orientation to change, while the degree of tilt angle of a target and a substrate is not optimized and reaching from a target to a substrate by the usual spatter pressure.

[0012] Moreover, as 2nd trouble, there was a problem that the use luminous efficacy of a target was bad. The ground is because the degree of tilt angle of a target and a substrate is not optimized like the 1st trouble.

[0013] While the thing for which high accumulation LSI formation which has detailed opening by enabling it to form a metal or an intermetallic compound with sufficient covering nature by the spatter is made easy, and the use luminous efficacy (membrane formation thickness per target) of a target are raised at the base of opening of a high aspect ratio detailed [ the purpose of this invention ], and deep, the availability of a sputtering system is gathered to it and a productivity is raised, it is in offering the thin film formation technique and the sputtering system which aim at a cost cut.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The thin film formation technique by the spatter by this invention is the thin film formation technique which forms a thin film in a substrate by the spatter, it arranges a substrate perpendicularly to the orientation where the spatter of most much spatter grain is carried out from a target, and rotates the aforementioned substrate in a field during a spatter, and carries out spatter membrane formation on the conditions that the mean free process of spatter gas is longer than the distance of the center of the aforementioned target, and the center of the aforementioned substrate.

[0015] Moreover, the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy, orientation is mainly (100) carried out to the field, and the angle of the field of the aforementioned target and the field of the aforementioned substrate to make is about 45 degrees.

[0016] Moreover, the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy, orientation is mainly (111) carried out to the field, and the angle of the field of the aforementioned target and the field of the aforementioned substrate to make is about 35 degrees.

[0017] Moreover, the aforementioned target is Ti, orientation is mainly (002) carried out to the field, and the angle of the field of the aforementioned target and the field of the aforementioned substrate to make is about 35 degrees.

[0018] Moreover, an abbreviation half contrary to the aforementioned target side of the aforementioned substrate is interrupted from the aforementioned target with a shield plate.

[0019] It is the sputtering system which has a substrate support means and a rotation means. moreover, a substrate support means It is that to which most much spatter grain supports a substrate from a target perpendicularly to the orientation by which a spatter is carried out. a rotation means It is what rotates the aforementioned substrate in a substrate side. the distance of the center of the aforementioned target, and the aforementioned center of a substrate the mean free process of the spatter gas in a spatter pressure -- short -- carrying out -- the diameter of the aforementioned substrate -- long -- carrying out -- the normal of the center of the aforementioned substrate -- the aforementioned target -- it has arranged so that it may pass along a center mostly

[0020] Moreover, the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (100) carried out orientation to the field, and the angle which the aforementioned target and the aforementioned substrate make is arranged so that it may become about 45 degrees.

[0021] Moreover, the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (111) carried out orientation to the field, and the angle which the aforementioned target and the aforementioned substrate make is arranged so that it may become about 35 degrees.

[0022] Moreover, the aforementioned target is a Ti target which mainly (002) carried out orientation to the field, and the angle which the aforementioned target and the aforementioned substrate make is arranged so that it may become about 35 degrees.

[0023] It is the sputtering system which has a substrate support means, a rotation means, and a shield plate. moreover, a substrate support means It is that to which most much spatter grain supports a substrate from a target perpendicularly to the orientation by which a spatter is carried out. a rotation means It is what rotates the aforementioned substrate in a substrate side. a shield plate The normal which interrupts the abbreviation half with the aforementioned reverse target side of the aforementioned substrate from the aforementioned target side, and passes along the point near the aforementioned target by one half of the positions of a radius from the center of the aforementioned substrate It arranges so that it may pass along the nearest neighborhood of a point among the positions where most spatter exudation of the aforementioned target is carried out. Among the positions where most spatter exudation of the point near the aforementioned target and the aforementioned target is carried out from the center of the aforementioned substrate in one half of the positions of a radius, distance with the nearest point is made shorter than the mean free process of the spatter gas in a spatter pressure, and is made longer than the radius of the aforementioned substrate.

[0024] Moreover, the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (100) carried out orientation to the field, and the angle which the aforementioned target side and the aforementioned substrate side make is arranged so that it may become about 45 degrees.

[0025] Moreover, the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (111) carried out orientation to the field, and the angle which the aforementioned target side and the aforementioned substrate side make is arranged so that it

may become about 35 degrees.

[0026] Moreover, the aforementioned target is Ti which mainly (002) carried out orientation to the field, and the angle which the aforementioned target side and the aforementioned substrate side make is arranged so that it may become about 35 degrees.

[0027]

[Function] As shown in drawing 1, most much spatter grain arranges substrates 4 and 7 from a target perpendicularly to the orientation by which a spatter is carried out, and it is made to rotate in a substrate side during the spatter, and the thin film formation technique by the spatter concerning this invention has the characteristic feature of carrying out on the conditions that the mean free process of spatter gas is longer than the distance (L of drawing 1) of the center of a target, and the center of a substrate.

[0028] Moreover, it has the characteristic feature that interrupt an abbreviation half contrary to the target side of a substrate with a shield plate (21 of drawing 4), and it carries out a spatter.

[0029] Moreover, the sputtering system of this invention supports a substrate from a target perpendicularly to the orientation where most much spatter grain is emitted. It has a means to rotate a substrate in a field, and the distance (L of drawing 1) of the center of a target, and the center of a substrate It is shorter than the mean free process of the spatter gas in a spatter pressure, and is made longer than the diameter of a substrate, and the normal passing through the center of a substrate has the characteristic feature of a target of passing along a center mostly.

[0030] Moreover, another sputtering system of this invention supports a substrate from a target perpendicularly to the orientation where the spatter of most much spatter grain is carried out. And the normal which is equipped with a means to rotate a substrate in a substrate side, and passes along the point near a target by one half of the positions of a radius from the center of a substrate It arranges so that it may pass along the nearest neighborhood of a point among the positions where most spatter exudation of the target is carried out. Among the positions where most spatter exudation of the point near a target and the target is carried out from the center of a substrate in one half of the positions of a radius, the distance (L of drawing 2) with the nearest point It is shorter than the mean free process of the spatter gas in a spatter pressure, is made longer than the radius of a substrate, and has the means which interrupts an abbreviation half contrary to the target side of a substrate from a target side with a shield plate.

[0031] Moreover, in the case of aluminum in which the target mainly (100) carried out orientation to the field, or aluminum alloy, it arranges so that the angle which a target side and a substrate side make may become about 45 degrees, and in the case of Ti which carried out orientation to aluminum, aluminum alloy, or (002) the field as for which the target mainly (111) carried out orientation to the field, it is characterized [ of arranging so that it may become about 35 degrees ].

[0032] By this invention, most much spatter grain arranges a substrate perpendicularly as mentioned above to the orientation by which spatter exudation is carried out. In order to reach a substrate, without making distance of a target and a substrate longer than the diameter of a substrate furthermore, and making the mean free process of spatter gas longer than the distance from a target side to a substrate, and scattering about most spatter grain, Many of spatter grain carries out incidence in perpendicularly near orientation to a substrate, a thin film can be formed also in the base of big opening of an aspect ratio with comparatively sufficient covering nature, and the use luminous efficacy of a target is good.

[0033] Since the substrate is furthermore rotated in a field, even if the substrate inclines to a target, the homogeneity within a substrate side is good. Moreover, by covering the abbreviation half with the reverse substrate side of an abbreviation half contrary to the target side of a substrate, and a target with a shield plate, even if it does not enlarge a target, a thin film can be formed in the diameter substrate of the macrostomia with the homogeneity within a field of a thickness, and the sufficient covering homogeneity of opening.

[0034]

[Embodiments of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained in detail with reference to a drawing.

[0035] (Operation gestalt 1) View 1 is the cross section showing the sputtering system concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[0036] In drawing 1, internal gas is exhausted by the vacuum pump which is not illustrated through the evacuation opening 2, and the spatter room 1 serves as the vacuum. Moreover, in the spatter room 1, the target 4 and the cathode electrode 5 are formed, and external DC power supply 6 are connected to the cathode electrode 5 to which the target 4 was fixed.

[0037] The substrate electrode holder 8 which carried out installation fixation of the substrate 7 is arranged in the spatter room 1, and is supported by the motor 10 by the rotation axis 9 by which a rotation drive is carried out.

[0038] a substrate 7 is perpendicularly arranged from a target 4 to the orientation where most much spatter grain disperses -- having -- the normal of the center of a substrate 7 -- a target 7 -- it is arranged so that it may pass along a center mostly

[0039] Although inert gas can be introduced from a gas inlet 3, the pressure in the spatter room 1 can be adjusted now to a predetermined pressure and distance (L) of the center of a substrate 7 and the center of a target 4 is shortened rather than the mean free process of the inert gas in a predetermined pressure, distance (L) is restricted to the domain longer than the diameter of a substrate 7. It \*\*s. Although a substrate 7 may arrange only one sheet to one target 4, you may arrange two or more substrates.

[0040] Next, an operation of the operation gestalt 1 of this invention is explained.

[0041] As first shown in drawing 2, a substrate 7 is set to the substrate electrode holder 8 in step S1. It is better to have

carried out vacuum length, after having arranged the conveyance spare room (load lock chamber) beside the spatter room 1 and putting the substrate 7 into the load lock chamber, although not shown in drawing 1, since subsequent vacuum length took the long time, although the inside of the spatter room 1 could be made into atmospheric pressure and could be performed at this time, and to take the substrate 1 into the spatter room 1 in a vacuum.

[0042] Next, the inside of the spatter room 1 is performed to a high vacuum, and vacuum length is performed [ in / step S2 / as shown in drawing 2 ], for example to  $1 \times 10$  to 7 or less Torr. In  $1 \times 10$  to 7 or less Torr, this process is always unnecessary at the case where a substrate 7 is conveyed through a load lock chamber.

[0043] Next, as shown in drawing 2, in step S3, Ar is introduced into inert gas and a common target from a gas inlet 3 in the spatter room 1. The flow rate of Ar gas is correctly controlled using a mass-flow controller, and a flow rate is set up so that it may become a desired pressure. Let a pressure be the pressure to which the mean free process of Ar becomes longer than the distance between the center of a target 4, and the center of a substrate 7 (L). The conductance of the evacuation opening 2 is changed and it is made to become a desired setting pressure if needed.

[0044] Next, as shown in drawing 2, in step S4, the substrate electrode holder 8 with which the substrate 7 was set is rotated focusing on the perpendicular rotation axis 9 to a substrate 7. Since the field which a substrate 7 rotates would become large and it would become difficult to arrange two or more substrates 7 if the gap from the center of a substrate 7 is large although it is not necessary to necessarily carry out a rotational center in the center of a substrate 7, made it better [ to rotate centering on near the center of a substrate 7 ].

[0045] Next, as shown in drawing 2, in step S5, the power of DC power supply 6 is turned on, a negative voltage is impressed to the cathode electrode 5, and glow discharge is started. Thereby, it is carried out in ion, a target 4 accelerates, and Ar collides, and makes the matter of a target 4 jump out as spatter grain. Generally about 20-50 degrees of the orientation with most amounts of which this spatter grain jumps out lean not orientation perpendicular to the front face of a target 4 but often. The substrate 7 is perpendicularly arranged to the orientation, and since the mean free process of Ar gas is still long than the distance between the center of a target 4, and the center of a substrate 7 (L), as being scattered about before spatter grain reaches a substrate 7 decreases and it is shown in drawing 3, its covering nature is good also at the base of opening of the silicon oxide 32 formed in the front face of a substrate 7, and it can be formed at it.

[0046] Moreover, since the substrate 7 is rotated, the thickness homogeneity within the field of a substrate 7 and the homogeneity of level difference covering nature are also good ( drawing 3 (a), (b)). When a desired thickness is formed in the front face of a substrate 7, the power of DC power supply 6 is turned off, glow discharge is stopped, and membrane formation is ended (step S6 of drawing 2 ).

[0047] Then, rotation of the substrate electrode holder 8 is stopped and the substrates 7 which membrane formation ended are collected.

[0048]

[Example] Next, the example of this invention is explained in detail with reference to drawing 1 .

[0049] In drawing 1 , internal gas is exhausted by the cryopump (vacuum pump), and the spatter room 1 serves as the pressure below a 10-8Torr base from the evacuation opening 2.

[0050] aluminum alloy target 4 which consists of the polycrystal structure which mainly (100) carried out orientation to the field is fixed to the cathode electrode 5, and DC power supply 6 are connected to the cathode electrode 5. The diameter of aluminum alloy target 4 is set to 300mm. The substrate electrode holder 8 which carried out installation fixation of the silicon substrate 7 with a diameter of 8 inches by electrostatic adsorption is supported by the rotation axis 9 of a motor 10, and a silicon substrate 7 rotates in a field centering on the center of a substrate by the motor 10.

[0051] the normal which a silicon substrate 7 is arranged so that it may become in angle of about 45 degrees to the field of a target 4, and passes along the center of a silicon substrate 7 further -- aluminum alloy target 4 -- it arranges so that it may pass along a center mostly It is possible to control a flow rate by the mass-flow controller, to introduce Ar gas from a gas inlet 3, and to adjust the pressure in the spatter room 1 to a predetermined pressure.

[0052] Distance of the center of a silicon substrate 7 and the center of aluminum alloy target 4 is set to 250mm. If the predetermined pressure which introduces and adjusts Ar gas is set to 0.3mTorr at this time, a mean free process will be set to about 300mm, and will become longer than the distance of the center of aluminum alloy target 4, and the center of a silicon substrate 7.

[0053] It has the substrate electrode holder 8, four sets of motors 10 etc., etc. so that four silicon substrates 7 can be installed simultaneously. Although only two pieces are indicated in drawing 1 in order to make it legible, other two pieces are installed this side and in the inner part of drawing 1 .

[0054] Next, an operation of the example of this invention is explained in detail with reference to the drawing 1 and the drawing 2 . First, the substrate 7 with a diameter of 8 inches is set to the substrate electrode holder 8 in step S1 of drawing 2 . Although not shown in drawing 1 at this time, it is possible to convey a substrate 7 by conveying a substrate 7 through a \*\*\*\*\* lock room, without worsening the vacuum of the spatter room 1 not much. Thereby, while it is possible to shorten the time of vacuum length of the subsequent spatter room 1 and it is possible to make the processing number of sheets per unit time increase, a target front face oxidizes or it is not polluted.

[0055] After four substrates 7 are conveyed by four substrate electrode holders 8, in step S2 of drawing 2 , vacuum length is performed for the spatter room 1 to the high vacuum of  $1 \times 10$  to 7 or less Torr. In  $1 \times 10$  to 7 or less Torr, this process always has the unnecessary spatter room 1 at the case where a substrate 7 is conveyed through a load lock chamber. It carries out,

usually passing Ar which is spatter gas in the spatter room 1, since it is conveyance between vacuums when conveying through a load lock chamber. Therefore, it is rare for the way of the spatter room 1 to convey in the status that a pressure is higher than a load lock chamber, and for impure gas, such as oxygen and nitrogen, to flow into the spatter room 1 side from a load-lock-chamber side, and especially the process of vacuum length of the spatter room 1 is unnecessary in this case.

[0056] Next, in step S3 of drawing 2, Ar gas is introduced from a gas inlet 3 in the spatter room 1. In order to lengthen the mean free process under spatter, it is necessary to make a spatter pressure small comparatively, and the bulb of the evacuation opening 2 is considered as full open, controls the flow rate of Ar gas by the mass-flow controller correctly, and it is adjusted so that it may be set to 0.3mTorr which are desired pressures. Thereby, a mean free process is set to about 300mm, and can do distance L of the center of a target 4, and the center of a substrate 7 for a long time than 250mm.

[0057] Next, in step S4 of drawing 2, the substrate electrode holder 8 with which the substrate 7 was set is rotated focusing on a perpendicular rotation axis to a substrate 7. Let a rotational center be the center of a substrate 7. In 1 minute, a rotational speed is good at 10 - 100 rotation grade, and is considered as 50 rotations here.

[0058] Next, in step S5 of drawing 2, the power of DC power supply 6 is turned on, a negative voltage is impressed to the cathode electrode 5, and glow discharge is started. Spatter power is taken as 20kws. Ar is ionized by this, and a target 4 accelerates, it collides, and aluminum alloy which is the constituent of a target 4 jumps out as spatter grain. Since a target 4 is aluminum alloy target which carried out orientation to a field (100) strongly here, the orientation where spatter grain jumps out of a target side has more orientation to which about 45 degrees inclined than the orientation of a normal, as shown in drawing 4.

[0059] Further, the substrate 7 is installed in the orientation of 45 degree to the target side, the mean free process of Ar gas is long because of the low voltage force, and since it is rare to be scattered about by Ar gas until the spatter grain which jumped out of the target 4 reaches a substrate 7, many of spatter grain carries out incidence at a perpendicularly near angle to a substrate 7.

[0060] Therefore, as shown in drawing 3 (a) and (b), covering nature is good also at the base of opening 32a of the silicon oxide 32 formed on the outskirts of a center and the outskirts of a substrate 7, the technique of pars-basilaris-occipitalis membrane formation of the Ti layer 31 is possible, and it can apply also to more detailed and deep opening compared with the conventional spatter. Moreover, since the substrate 7 is rotated, the thickness homogeneity within the field of a substrate 7 and the homogeneity of level difference covering nature are also good.

[0061] In order to form aluminum alloy of a 1.0-micrometer thickness in a substrate, after carrying out a spatter about 90 seconds, the power of DC power supply 6 is turned off, glow discharge is stopped, and spatter membrane formation is ended (step S6 of drawing 2).

[0062] Then, rotation of the substrate electrode holder 8 is stopped and four substrates 7 which membrane formation ended are collected. Then, succeedingly, in forming membranes to other substrates, the above-mentioned operation is repeated and it performs it.

[0063] Although the case of aluminum alloy target which mainly carried out orientation to the field (100) was explained in this example When the quality of the material and the field azimuth of a target change When it is necessary to double the angle of a target and a substrate and to change it to each target and aluminum alloy target is mainly also carrying out orientation to the field (111) The normal of a substrate is made to become 55 degrees to a target side, and, in the case of Ti target, it is good to consider as about 55 degrees also about the target which mainly carried out orientation to the field (002).

[0064] (Operation gestalt 2) The operation gestalt 2 of this invention is explained with reference to a drawing below.

Drawing 4 is a block diagram showing the sputtering system concerning the operation gestalt 2 of this invention. In drawing, internal gas is exhausted by the vacuum pump through the evacuation opening 12, and the spatter room 11 serves as the vacuum. DC power supply 16 are connected to the cathode electrode 15 to which the target 14 was fixed.

[0065] The substrate electrode holder 18 which carried out installation fixation of the substrate 17 is supported by the motor 20 through a rotation axis 19, and a substrate 7 is rotated in a field by the motor 20. It is the same as that of the operation gestalt 1 so far.

[0066] the normal which the normals which pass along the center of a substrate 17 although a substrate 17 is perpendicularly arranged from a target 14 to the orientation where most much spatter grain disperses differ in the operation gestalt 1, and does not pass along the center of a target 17, but passes along a far position and passes along one half of radii from the center of a substrate 17 rather than a center -- a target 14 -- a plasma density is the highest and it passes along the nearest position with many spatter burst sizes Two substrate electrode holders 18 are installed so that it may face each other, and they enable layer formation simultaneously at two substrates 17. It passes along the near [ a center ] upper part of a target 14, the shield plate 21 is formed so that the inside of a substrate 17 may be mostly covered by the half, and the membrane formation to a substrate 17 is made to be performed, only when it rotates and it passes along the abbreviation half near a target 14.

[0067] Ar gas is introduced from a gas inlet 13, and the pressure in the spatter room 11 is made into a predetermined value. A predetermined pressure is a pressure to which the mean free process of Ar gas becomes long from the center of a substrate 17 from the distance (L) of the position of 1/2, and the position with most spatter burst sizes of a target 14, and distance (L) is made longer than the half of the diameter of a substrate 17.

[0068] In this operation gestalt 2, without enlarging the diameter of a target, it is effective in forming membranes, without worsening the homogeneity of a thickness to the substrate of the diameter of the macrostomia, and membranes can be formed with the sufficient homogeneity of a thickness to the substrate of the diameter of a target, and the same diameter. It is because

it is almost the same as that of forming membranes to the substrate of one half of diameters substantially since membranes are simultaneously formed by only the half of a substrate.

[0069]

[Effect of the Invention] According to this invention, membranes can be formed with sufficient covering nature also at the base of opening of a high aspect ratio as mentioned above. The ground is because arranging the substrate perpendicularly to the orientation where most much spatter grain is emitted, and the mean free process of spatter gas are made larger than the distance of a target and a substrate and spatter grain was made not to be scattered about.

[0070] Furthermore, use luminous efficacy of a target can be improved. The ground is because the substrate is arranged at right angles to the orientation in which most much spatter grain is emitted.

[0071] Furthermore, membranes can be formed by homogeneity being good to the substrate of the diameter of the macrostomia, without enlarging a target. The ground is because the abbreviation half of a substrate will be covered with a shield plate, under membrane formation and a substrate will be rotated in a field and membranes will be substantially formed to one half of the substrates of a diameter.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The thin film formation technique which arranges a substrate perpendicularly to the orientation where it is the thin film formation technique which forms a thin film in a substrate by the spatter, and the spatter of most much spatter grain is carried out from a target, and is made to rotate the aforementioned substrate in a field during a spatter, and is characterized by carrying out spatter membrane formation on the conditions that the mean free process of spatter gas is longer than the distance of the center of the aforementioned target, and the center of the aforementioned substrate.

[Claim 2] The aforementioned target is the thin film formation technique according to claim 1 which is aluminum or aluminum alloy, is mainly (100) carrying out orientation to the field, and is characterized by the angle of the field of the aforementioned target and the field of the aforementioned substrate to make being about 45 degrees.

[Claim 3] The aforementioned target is the thin film formation technique according to claim 1 which is aluminum or aluminum alloy, is mainly (111) carrying out orientation to the field, and is characterized by the angle of the field of the aforementioned target and the field of the aforementioned substrate to make being about 35 degrees.

[Claim 4] The aforementioned target is the thin film formation technique according to claim 1 which is Ti, is mainly (002) carrying out orientation to the field, and is characterized by the angle of the field of the aforementioned target and the field of the aforementioned substrate to make being about 35 degrees.

[Claim 5] The claims 1, 2, and 3 characterized by interrupting an abbreviation half contrary to the aforementioned target side of the aforementioned substrate from the aforementioned target with a shield plate, or the thin film formation technique given in 4.

[Claim 6] It is the sputtering system which has a substrate support means and a rotation means. a substrate support means It is that to which most much spatter grain supports a substrate from a target perpendicularly to the orientation by which a spatter is carried out. a rotation means It is what rotates the aforementioned substrate in a substrate side. the distance of the center of the aforementioned target, and the aforementioned center of a substrate The sputtering system which makes it shorter than the mean free process of the spatter gas in a spatter pressure, makes it longer than the diameter of the aforementioned substrate, and is characterized for the normal of the center of the aforementioned substrate by the thing of the aforementioned target arranged so that it may pass along a center mostly.

[Claim 7] The angle which the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (100) carried out orientation to the field, and the aforementioned target and the aforementioned substrate make is a sputtering system according to claim 6 characterized by arranging so that it may become about 45 degrees.

[Claim 8] The angle which the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (111) carried out orientation to the field, and the aforementioned target and the aforementioned substrate make is a sputtering system according to claim 6 characterized by arranging so that it may become about 35 degrees.

[Claim 9] The angle which the aforementioned target is a Ti target which mainly (002) carried out orientation to the field, and the aforementioned target and the aforementioned substrate make is a sputtering system according to claim 6 characterized by arranging so that it may become about 35 degrees.

[Claim 10] It is the sputtering system which has a substrate support means, a rotation means, and a shield plate. a substrate support means It is that to which most much spatter grain supports a substrate from a target perpendicularly to the orientation by which a spatter is carried out. a rotation means It is what rotates the aforementioned substrate in a substrate side. a shield plate The normal which interrupts the abbreviation half with the aforementioned reverse target side of the aforementioned substrate from the aforementioned target side, and passes along the point near the aforementioned target by one half of the positions of a radius from the center of the aforementioned substrate It arranges so that it may pass along the nearest neighborhood of a point among the positions where most spatter exudation of the aforementioned target is carried out. Among the positions where most spatter exudation of the point near the aforementioned target and the aforementioned target is carried out from the center of the aforementioned substrate in one half of the positions of a radius, the distance with the nearest point The sputtering system characterized by making it shorter than the mean free process of the spatter gas in a spatter pressure, and making it longer than the radius of the aforementioned substrate.

[Claim 11] The angle which the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (100) carried out orientation to the field, and the aforementioned target side and the aforementioned substrate side make is a sputtering system according to claim 10 characterized by arranging so that it may become about 45 degrees.



[Claim 12] The angle which the aforementioned target is aluminum or aluminum alloy which mainly (111) carried out orientation to the field, and the aforementioned target side and the aforementioned substrate side make is a sputtering system according to claim 10 characterized by arranging so that it may become about 35 degrees.

[Claim 13] The angle which the aforementioned target is Ti which mainly (002) carried out orientation to the field, and the aforementioned target side and the aforementioned substrate side make is a sputtering system according to claim 10 characterized by arranging so that it may become about 35 degrees.

---

[Translation done.]

06/07/2001, EAST Version: 1.02.0008

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スパッタ法により基板に薄膜を形成する薄膜形成方法であって、

ターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板を配置し、かつスパッタ中、前記基板を面内で回転させ、

前記ターゲットの中央と前記基板の中央との距離よりスパッタガスの平均自由工程が長い条件にてスパッタ成膜することを特徴とする薄膜形成方法。

【請求項2】 前記ターゲットは、AlあるいはAl合金であり、主として(100)面に配向しており、前記ターゲットの面と前記基板の面とのなす角度が約45°であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜形成方法。

【請求項3】 前記ターゲットは、AlあるいはAl合金であり、主として(111)面に配向しており、前記ターゲットの面と前記基板の面とのなす角度が約35°であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜形成方法。

【請求項4】 前記ターゲットは、Tiであり、主として(002)面に配向しており、前記ターゲットの面と前記基板の面とのなす角度が約35°であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜形成方法。

【請求項5】 前記基板の前記ターゲット側とは逆の約半分をシールド板により前記ターゲットからささげることとを特徴とする請求項1、2、3、又は4に記載の薄膜形成方法。

【請求項6】 基板支持手段と、回転手段とを有するスパッタ装置であって、

基板支持手段は、ターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板を支持するものであり、

回転手段は、前記基板を基板面内で回転させるものであり、前記ターゲットの中央と前記基板中央との距離は、スパッタ圧力におけるスパッタガスの平均自由工程よりも短くし、前記基板の直径よりも長くし、前記基板の中央の法線を前記ターゲットのほぼ中央を通るように配置したことを特徴とするスパッタ装置。

【請求項7】 前記ターゲットは、主に(100)面に配向したAlまたはAl合金であり、前記ターゲットと前記基板のなす角度は、約45°となるように配置したものであることを特徴とする請求項6に記載のスパッタ装置。

【請求項8】 前記ターゲットは、主に(111)面に配向したAlまたはAl合金であり、前記ターゲットと前記基板のなす角度は約35°となるように配置したものであることを特徴とする請求項6に記載のスパッタ装置。

【請求項9】 前記ターゲットは、主に(002)面に配向したTiターゲットであり、前記ターゲットと前記

基板のなす角度は、約35°となるように配置したものであることを特徴とする請求項6に記載のスパッタ装置。

【請求項10】 基板支持手段と、回転手段と、シールド板とを有するスパッタ装置であって、

基板支持手段は、ターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板を支持するものであり、

回転手段は、前記基板を基板面内で回転させるものであり、シールド板は、前記基板の前記ターゲット側とは逆の約半分を前記ターゲット側からささげるものであり、前記基板の中央から半径の1/2の位置で前記ターゲットに最も近い点を通る法線は、前記ターゲットの最も多くスパッタ放出される位置の内、最も近い点の近傍を通るように配置し、

前記基板の中央から半径の1/2の位置で前記ターゲットに最も近い点と前記ターゲットの最も多くスパッタ放出される位置の内最も近い点との距離は、スパッタ圧力におけるスパッタガスの平均自由工程よりも短くし、前記基板の半径よりも長くしたものであることを特徴とするスパッタ装置。

【請求項11】 前記ターゲットは、主に(100)面に配向したAlまたはAl合金であり、前記ターゲット面と前記基板面のなす角度は、約45°となるように配置したものであることを特徴とする請求項10に記載のスパッタ装置。

【請求項12】 前記ターゲットは、主に(111)面に配向したAlまたはAl合金であり、前記ターゲット面と前記基板面のなす角度は、約35°となるように配置したものであることを特徴とする請求項10に記載のスパッタ装置。

【請求項13】 前記ターゲットは、主として(002)面に配向したTiであり、前記ターゲット面と前記基板面のなす角度は、約35°となるように配置したものであることを特徴とする請求項10に記載のスパッタ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スパッタによる薄膜形成方法及びスパッタ装置に関し、特に、半導体基板に金属膜あるいは、その化合物をスパッタにより形成する方法及びスパッタ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】LSIに使用される金属薄膜は、主にスパッタ法により形成されている。その理由は、スパッタ法によれば、不純物の少ない良質な膜を、基板にダメージを与えることなく、均一性良く、かつ高速で安定して形成することができるためである。

【0003】しかしながら、LSIが高集積化されるに従い、半導体素子や配線間を接続するために層間絶縁膜

に設ける開口部（コンタクトホール、スルーホール）において、開口部の深さを直径で割った割合として表わされるアスペクト比が増大し、従来から使用されてきた通常のスパッタ方法では、開口部内に被覆性良く金属薄膜を形成することは困難となってきた。

【0004】そこで、高アスペクト比の開口部の底にも被覆性良く金属膜を形成するために、基板法線方向に近いスパッタ粒子の割合を増加させる方法として、コリメートスパッタ法やロングスロースパッタ法等が提案されている。

【0005】コリメートスパッタ法は、たとえば特開平1-116070号公報に開示されるように、ターゲットと基板の間に、多数の孔を設けたコリメート板が配置され、基板の法線方向から大きくずれたスパッタ粒子をコリメート板に捕捉するようにしたものである。

【0006】また、ロングスロースパッタ法は、例えば1994年のセミコン韓国セミナー予稿集225頁～230頁のフィリング テクノロジー フォー コンタクトホールズ ウィズ ア ハイ アスペクト レシオ ユーザリング スパッタリング ウィズアウト ア コリメータ (Filling Technology For Contact Holes With a High Aspect Ratio Using Sputtering Without a Collimator) に紹介されているように、ターゲットと基板の距離を通常のスパッタ法より大きくし、低圧力でスパッタすることにより、スパッタ粒子が散乱されずに基板に到達するようにしたものである。

【0007】ロングスロースパッタ法により、8インチ基板にTi膜を形成するときのスパッタ装置の概略図を図5に示す。図5に示すように、ターゲット25の直径は300mmとし、ターゲット25と基板28との距離も300mmとする。ターゲット25のうち最も多くスパッタされる位置が直径約150mm程度となるように、ターゲット25の裏面にマグネットを配置する（図示せず）。また図5において、26はカソード電極、27は直流電源、29は基板ホルダー、22はスパッタ室、23は真空排気口、24はガス導入口である。

【0008】図5に示す構成のスパッタ装置を用いて金属膜をスパッタする際、図6(a)に示すように基板28の中央付近のシリコン酸化膜42に設けた開口部42aにおいては、開口部42a内にはほぼ同じ量のスパッタ粒子が飛来するため、開口部42a内の底部及び内側壁に一樣にTi膜41が形成されているが、図6(b)に示すように基板28の周辺部に設けた開口部42aでは、ターゲット25の中央から飛来するスパッタ粒子に比べると、ターゲット25の周辺方向からのスパッタ粒子の数が少ないため、図6(b)に示すように開口部42aの内側壁及び底に形成されるTi膜の膜厚は、基板周辺側が中央側よりも厚くなってしまい、膜厚にバラツ

キが生じてしまうという問題がある。

【0009】また、基板周辺部における開口部の段差被覆率の不均一性を改善する方法として、例えば、特開昭63-162862号公報のようにターゲットと基板とのどちらか一方を傾斜、スライドあるいは回転させたり、それらの動作を組合せる方法が提案されている。

【0010】また、米国特許第4,664,935号明細書においても、スパッタで形成した膜の基板内の膜厚均一性、段差被覆性、表面形状を改善するために、ターゲットと基板を10～45°傾斜させて、基板を回転させる方法が提案されている。ターゲットと基板の傾斜角度は、開口部の上部に厚く成膜されて開口部を塞ぐような形状（セルフ・シャドウイング）が小さくなるように10～45°としているのみで、特に、この範囲が良くなるというデータや理由等は記載されておらず、非常に角度範囲も広い。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭63-162862号公報及び米国特許第4,664,935号明細書に開示された技術には、第1の問題点として、開口部の底に成膜される被覆率が良くないという問題があった。その理由は、ターゲットと基板との傾斜角度が最適化されておらず、また、通常のスパッタ圧力では、ターゲットから基板まで到達する間にArガスと何回か衝突して方向が変化するためである。

【0012】また第2の問題点として、ターゲットの使用効率が悪いという問題があった。その理由は、第1の問題点と同様にターゲットと基板の傾斜角度が最適化されていないためである。

【0013】本発明の目的は、微細で深い高アスペクト比の開口部の底に、金属あるいは、金属間化合物をスパッタ法により、被覆性良く形成できるようにすることにより、微細な開口部を有する高集積LSI形成を容易にすること、及びターゲットの使用効率（ターゲット1枚当りの成膜膜厚）を向上させて、スパッタ装置の稼働率を上げ、生産性を向上させるとともに、コストダウンを図る薄膜形成方法及びスパッタ装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によるスパッタ法による薄膜形成方法は、スパッタ法により基板に薄膜を形成する薄膜形成方法であって、ターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板を配置し、かつスパッタ中、前記基板を面内で回転させ、前記ターゲットの中央と前記基板の中央との距離よりスパッタガスの平均自由工程が長い条件にてスパッタ成膜する。

【0015】また前記ターゲットは、AlあるいはAl合金であり、主として(100)面に配向しており、前記ターゲットの面と前記基板の面とのなす角度が約45

°である。

【0016】また前記ターゲットは、A1あるいはA1合金であり、主として(111)面に配向しており、前記ターゲットの面と前記基板の面とのなす角度が約35°である。

【0017】また前記ターゲットは、Tiであり、主として(002)面に配向しており、前記ターゲットの面と前記基板の面とのなす角度が約35°である。

【0018】また前記基板の前記ターゲット側とは逆の約半分をシールド板により前記ターゲットからさえぎ

る。  
【0019】また基板支持手段と、回転手段とを有するスパッタ装置であって、基板支持手段は、ターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板を支持するものであり、回転手段は、前記基板を基板面内で回転させるものであり、前記ターゲットの中央と前記基板中央との距離は、スパッタ圧力におけるスパッタガスの平均自由工程よりも短くし、前記基板の直径よりも長くし、前記基板の中央の法線を前記ターゲットのほぼ中央を通るように配置した。

【0020】また前記ターゲットは、主に(100)面に配向したA1またはA1合金であり、前記ターゲットと前記基板のなす角度は、約45°となるように配置したものである。

【0021】また前記ターゲットは、主に(111)面に配向したA1またはA1合金であり、前記ターゲットと前記基板のなす角度は約35°となるように配置したものである。

【0022】また前記ターゲットは、主に(002)面に配向したTiターゲットであり、前記ターゲットと前記基板のなす角度は、約35°となるように配置したものである。

【0023】また基板支持手段と、回転手段と、シールド板とを有するスパッタ装置であって、基板支持手段は、ターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板を支持するものであり、回転手段は、前記基板を基板面内で回転させるものであり、シールド板は、前記基板の前記ターゲット側とは逆の約半分を前記ターゲット側からさえぎるものであり、前記基板の中央から半径の1/2の位置で前記ターゲットに最も近い点を通る法線は、前記ターゲットの最も多くスパッタ放出される位置の内、最も近い点の近傍を通るように配置し、前記基板の中央から半径の1/2の位置で前記ターゲットに最も近い点と前記ターゲットの最も多くスパッタ放出される位置の内最も近い点との距離は、スパッタ圧力におけるスパッタガスの平均自由工程よりも短くし、前記基板の半径よりも長くしたものである。

【0024】また前記ターゲットは、主に(100)面に配向したA1またはA1合金であり、前記ターゲット

面と前記基板面のなす角度は、約45°となるように配置したものである。

【0025】また前記ターゲットは、主に(111)面に配向したA1またはA1合金であり、前記ターゲット面と前記基板面のなす角度は、約35°となるように配置したものである。

【0026】また前記ターゲットは、主として(002)面に配向したTiであり、前記ターゲット面と前記基板面のなす角度は、約35°となるように配置したものである。

【0027】

【作用】本発明に係るスパッタ法による薄膜形成方法は、図1に示すようにターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板4、7を配置し、スパッタの期間中に基板面内で回転させ、ターゲットの中央と基板の中央との距離(図1のL)よりスパッタガスの平均自由工程が長い条件にて行うという特徴を有している。

【0028】また、基板のターゲット側とは逆の約半分をシールド板(図4の21)によりさえぎり、スパッタするという特徴を有している。

【0029】また本発明のスパッタ装置は、ターゲットから最も多くのスパッタ粒子が放出される方向に対して基板を垂直に支持し、かつ基板を面内で回転させる手段とを備え、ターゲットの中央と基板の中央との距離(図1のL)は、スパッタ圧力におけるスパッタガスの平均自由工程よりも短く、基板の直径よりも長くし、基板の中央を通る法線が、ターゲットのほぼ中央を通るという特徴を有している。

【0030】また、本発明の別のスパッタ装置は、ターゲットから最も多くのスパッタ粒子がスパッタされる方向に対して垂直に基板を支持し、かつ基板を基板面内で回転させる手段を備え、基板の中央から半径の1/2の位置でターゲットに最も近い点を通る法線が、ターゲットの最も多くスパッタ放出される位置のうち最も近い点の近傍を通るように配置し、基板の中央から半径の1/2の位置でターゲットに最も近い点とターゲットの最も多くスパッタ放出される位置の内最も近い点との距離(図2のL)は、スパッタ圧力におけるスパッタガスの平均自由工程よりも短く、基板の半径よりも長くし、基板のターゲット側とは逆の約半分をシールド板によりターゲット側からさえぎる手段を有している。

【0031】また、ターゲットが主に(100)面に配向したA1またはA1合金の場合、ターゲット面と基板面がなす角度が約45°となるように配置し、ターゲットが主に(111)面に配向したA1またはA1合金または(002)面に配向したTiの場合は、約35°となるように配置するという特徴とする。

【0032】以上のように本発明では、最も多くのスパッタ粒子が、スパッタ放出される方向に対して垂直に基

板を配置して、さらにターゲットと基板の距離を基板の直径よりも長くし、また、スパッタガスの平均自由工程をターゲット面から基板までの距離よりも長くし、スパッタ粒子のほとんどが散乱されことなく基板に到達するため、スパッタ粒子の多くが基板に対して垂直に近い方向で入射し、アスペクト比の大きな開口部の底にも比較的被覆性良く薄膜を形成でき、ターゲットの使用効率も良い。

【0033】さらに基板を面内で回転させているため、ターゲットに対して基板が傾斜していても基板面内の均一性は良好である。また、基板のターゲット側とは逆の約半分とターゲットの基板側とは逆の約半分をシールド板で覆うことにより、ターゲットを大きくしなくても大口径基板に膜厚の面内均一性、開口部の被覆均一性良く薄膜を形成可能である。

【0034】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0035】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係るスパッタ装置を示す断面図である。

【0036】図1において、スパッタ室1は、真空排気口2を通して図示しない真空ポンプにより内部のガスが排気され、真空となっている。また、スパッタ室1内には、ターゲット4及びカソード電極5が設けられ、ターゲット4が固定されたカソード電極5には、外部の直流電源6が接続されている。

【0037】基板7を載置固定した基板ホルダー8は、スパッタ室1内に配置され、モーター10に回転駆動される回転軸9により支持されている。

【0038】基板7は、ターゲット4から最も多くのスパッタ粒子が飛散する方向に対して垂直に配置され、基板7の中央の法線は、ターゲット7のほぼ中央を通るように配置されている。

【0039】ガス導入口3から不活性ガスを導入して、所定の圧力にスパッタ室1内の圧力を調整することができるようになっており、所定の圧力での不活性ガスの平均自由工程よりも、基板7の中央と、ターゲット4の中央との距離(L)は、短くするが、距離(L)は、基板7の直径よりも長い範囲に制限されている。くする。1個のターゲット4に対して基板7は、1枚だけを配置しても良いが、複数の基板を配置しても良い。

【0040】次に本発明の実施形態1の動作について説明する。

【0041】まず図2に示すようにステップS<sub>1</sub>において、基板7を基板ホルダー8にセットする。このとき、スパッタ室1内を大気圧にして行っても良いが、その後の真空引きに長時間を要するので、図1には示していないが、搬送予備室（ロードロック室）をスパッタ室1の横に配置して、基板7をロードロック室に入れてから真空引きし、真空中でスパッタ室1内への基板1の出し入

れを行った方がよい。

【0042】次に図2に示すようにステップS<sub>2</sub>において、スパッタ室1内を高真空まで、たとえば $1 \times 10^{-7}$  Torr以下まで真空引きを行う。ロードロック室を介して基板7を搬送した場合で、常に $1 \times 10^{-7}$  Torr以下の場合には、この工程は必要ない。

【0043】次に図2に示すようにステップS<sub>3</sub>において、スパッタ室1内にガス導入口3から不活性ガス、一般的にはArを導入する。Arガスの流量は、マスフローコントローラを用いて正確にコントロールし、所望の圧力となるように流量を設定する。圧力は、Arの平均自由工程がターゲット4の中央と基板7の中央との間の距離(L)よりも長くなるような圧力とする。必要に応じて、真空排気口2のコンダクタンスを変化させて、所望の設定圧力となるようにする。

【0044】次に図2に示すようにステップS<sub>4</sub>において、基板7がセットされた基板ホルダー8を基板7に対して垂直な回転軸9を中心にして回転させる。回転の中心は、必ずしも基板7の中央にする必要はないが、基板7の中央からのずれが大きいと、基板7が回転する領域が広くなり、複数の基板7を配置するのが困難となるため、基板7の中央付近を中心に回転させた方がよい。

【0045】次に図2に示すようにステップS<sub>5</sub>において、直流電源6のパワーをオンして、カソード電極5に負の電圧を印加し、グロー放電を開始する。これにより、Arがイオン化され、ターゲット4に加速されて衝突し、ターゲット4の物質をスパッタ粒子として飛び出させる。このスパッタ粒子の飛び出す量が最も多い方向は、一般的には、ターゲット4の表面に垂直な方向ではなく、20～50°程度傾いていることが多い。基板7は、その方向に対して垂直に配置されており、さらにArガスの平均自由工程が、ターゲット4の中央と基板7の中央との間の距離(L)よりも長い場合、基板7にスパッタ粒子が到達する前に散乱されることが少なくなり、図3に示すように、基板7の表面に形成されたシリコン酸化膜32の開口部の底にも被覆性良く、成膜が可能である。

【0046】また、基板7を回転しているため、基板7の面内の膜厚均一性、及び段差被覆性の均一性も良い（図3(a)、(b)）。基板7の表面に所望の膜厚が形成された時点で、直流電源6のパワーをオフして、グロー放電を停止させて成膜を終了する（図2のステップS<sub>6</sub>）。

【0047】その後、基板ホルダー8の回転を止めて、成膜が終了した基板7を回収する。

【0048】

【実施例】次に、本発明の実施例を図1を参照して詳細に説明する。

【0049】図1において、スパッタ室1は、真空排気

口2よりクライオポンプ（真空ポンプ）により内部のガスが排気され、 $10^{-8}$  Torr 台以下の圧力となっている。

【0050】主に（100）面に配向した多結晶構造からなるAl合金ターゲット4がカソード電極5に固定され、カソード電極5には直流電源6が接続されている。Al合金ターゲット4の直径は、300mmとする。直径8インチのシリコン基板7を静電吸着により載置固定した基板ホルダー8は、モーター10の回転軸9に支持され、シリコン基板7は、モーター10により基板の中央を中心として面内で回転する。

【0051】シリコン基板7は、ターゲット4の面に対して約45°の角度となるように配置され、さらに、シリコン基板7の中央を通る法線は、Al合金ターゲット4のほぼ中央を通るように配置する。ガス導入口3からArガスをマスフローコントローラにより流量を制御して導入し、所定の圧力にスパッタ室1内の圧力を調整することが可能となっている。

【0052】シリコン基板7の中央と、Al合金ターゲット4の中央との距離は、250mmとする。このとき、Arガスを導入して調整する所定の圧力を0.3m Torr とすると、平均自由工程は約300mmとなり、Al合金ターゲット4の中央とシリコン基板7の中央との距離よりも長くなる。

【0053】シリコン基板7は同時に4個設置できるように、基板ホルダー8やモーター10等は4セット備えておく。図1には、見やすくするために2個しか記載していないが、他の2個は、図1の手前と奥に設置する。

【0054】次に本発明の実施例の動作について図1及び図2を参照して詳細に説明する。まず、図2のステップS<sub>1</sub>において、直径8インチの基板7を基板ホルダー8にセットする。このとき、図1には示していないが、ロードロック室を介して基板7を搬送することにより、スパッタ室1の真空をあまり悪くすることなく基板7を搬送することが可能である。これにより、その後のスパッタ室1の真空引きの時間を短縮することが可能であり、単位時間当りの処理枚数を増加させることが可能であるとともに、ターゲット表面が酸化されたり、汚染されたりすることがない。

【0055】4つの基板ホルダー8に4枚の基板7が搬送された後、図2のステップS<sub>2</sub>において、スパッタ室1を $1 \times 10^{-7}$  Torr 以下の高真空まで真空引きを行う。ロードロック室を介して基板7を搬送した場合では、この工程は必要ない。ロードロック室を介して搬送を行う場合には、真空間の搬送であるため、通常スパッタ室1にスパッタガスであるArを流したままで行う。そのためスパッタ室1のほうがロードロック室よりも圧力が高い状態で搬送を行うこととなり、ロードロック室側から、スパッタ室1側に酸素や窒素等の不純ガスが流

れ込むことは少なく、この場合には、特にスパッタ室1の真空引きの工程は必要ない。

【0056】次に図2のステップS<sub>3</sub>において、スパッタ室1内にガス導入口3からArガスを導入する。スパッタ中の平均自由工程を長くするため、比較的スパッタ圧力を小さくする必要があり、真空排気口2のバルブは全開とし、Arガスの流量をマスフローコントローラにより正確に制御し、所望の圧力である0.3m Torr となるように調整する。これにより平均自由工程は約300mmとなり、ターゲット4の中央と基板7の中央との距離Lは、250mmよりも長くできる。

【0057】次に図2のステップS<sub>4</sub>において、基板7がセットされた基板ホルダー8を基板7に対して垂直な回転軸を中心にして回転させる。回転の中心は基板7の中央とする。回転の速度は、1分間に10～100回転程度でよく、ここでは50回転とする。

【0058】次に図2のステップS<sub>5</sub>において、直流電源6のパワーをオンしてカソード電極5に負の電圧を加えて、グロー放電を開始する。スパッタパワーは20kwとする。これによりArがイオン化され、ターゲット4に加速されて衝突し、ターゲット4の構成物質であるAl合金がスパッタ粒子として飛び出てくる。ここで、ターゲット4は、（100）面に強く配向したAl合金ターゲットであるため、ターゲット面からスパッタ粒子が飛び出す方向は図4に示すように、法線方向よりも約45°傾いた方向が多い。

【0059】基板7はターゲット面に対して45°方向に設置されており、さらに、低圧力のため、Arガスの平均自由工程が長く、ターゲット4から飛び出したスパッタ粒子が基板7に到達するまでArガスにより散乱されることが少ないため、スパッタ粒子の多くが、基板7に対して垂直に近い角度で入射する。

【0060】そのため、図3（a）、（b）に示すように、基板7の中央及び周辺に形成されたシリコン酸化膜32の開口部32aの底にも被覆性よく、Ti膜31の底部成膜の技術が可能であり、従来のスパッタに比べ、より微細で深い開口部にも適用可能である。また基板7を回転させているため、基板7の面内の膜厚均一性及び段差被覆性の均一性も良い。

【0061】基板に1.0μmの膜厚のAl合金を形成するために90秒ほどスパッタした後、直流電源6のパワーをオフしてグロー放電を止め、スパッタ成膜を終了する（図2のステップS<sub>6</sub>）。

【0062】その後、基板ホルダー8の回転を止めて、成膜が終了した基板7を4枚回収する。この後、引き続き、他の基板に成膜を行う場合には、上記操作を繰り返して行う。

【0063】本実施例においては、（100）面に主に配向したAl合金ターゲットの場合について説明したが、ターゲットの材質や、面方位が変化した場合には、

ターゲットと基板の角度を、それぞれのターゲットに合わせて変化させる必要があり、Al合金ターゲットでも(111)面に主に配向している場合は、基板の法線がターゲット面に対して $55^\circ$ となるようにし、Tiターゲットの場合は、(002)面に主に配向したターゲットについても $55^\circ$ 程度とするのが良い。

【0064】(実施形態2)次に本発明の実施形態2について図面を参照して説明する。図4は、本発明の実施形態2に係るスパッタ装置を示す構成図である。図において、スパッタ室11は、真空排気口12を通して真空ポンプにより内部のガスが排気され真空となっている。ターゲット14が固定されたカソード電極15には、直流電源16が接続されている。

【0065】基板17を載置固定した基板ホルダー18は、モーター20に回転軸19を介して支持され、モーター20により基板17は面内で回転する。ここまでは実施形態1と同じである。

【0066】基板17はターゲット14から最も多くのスパッタ粒子が飛散する方向に対して垂直に配置されるが、基板17の中央を通る法線は、実施形態1とは異なり、ターゲット17の中央を通らず中央よりも遠い位置を通るようにし、基板17の中央から半径の $1/2$ を通る法線がターゲット14の最もプラズマ密度が高く、スパッタ放出量が多い最も近い位置を通るようにする。基板ホルダー18は向かい合うように2個設置し、同時に2枚の基板17に膜形成を可能にする。ターゲット14の中心付近上部を通り、基板17の内側をほぼ半分覆い隠すようにシールド板21を設け、基板17への成膜は、回転してターゲット14に近い約半分を通るときにのみ行われるようにする。

【0067】ガス導入口13からArガスを導入してスパッタ室11内の圧力を所定の値にする。所定の圧力とは、基板17の中央から $1/2$ の位置と、ターゲット14の最もスパッタ放出量の多い位置との距離(L)よりもArガスの平均自由行程が長くなるような圧力であり、距離(L)は、基板17の直径の半分よりも長くする。

【0068】本実施形態2においては、ターゲットの直径を大きくすることなく、大口径の基板に膜厚の均一性を悪化させることなく成膜するのに有効であり、ターゲットの直径と同じ直径の基板に膜厚の均一性良く成膜可能である。というのは、基板の半分のみには同時に

成膜されていないので、実質的には $1/2$ の直径の基板に成膜しているのとほぼ同じであるからである。

【0069】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、高アスペクト比の開口部の底にも被覆性良く成膜を行うことができる。その理由は、最も多くのスパッタ粒子が放出される方向に対して垂直に基板を配置していることと、スパッタガスの平均自由行程をターゲットと基板の距離よりも大きくしてスパッタ粒子が散乱されないようにしたためである。

【0070】さらに、ターゲットの使用効率を良くすることができる。その理由は、最も多くのスパッタ粒子が放出されている方向に垂直に基板を配置しているためである。

【0071】さらに、ターゲットを大きくすることなく大口径の基板に均一性良く、成膜を行うことができる。その理由は、基板の約半分をシールド板で覆い、成膜中、基板を面内で回転させて実質的に直径の $1/2$ の基板に成膜していることになるためである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るスパッタ装置を示す概略図である。

【図2】本発明の実施形態1の動作を示すタイムチャートである。

【図3】本発明の効果を示す図である。

【図4】本発明の実施形態2を示す概略図である。

【図5】従来のスパッタ装置を示す概略図である。

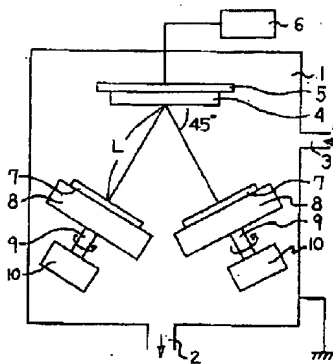
【図6】従来の問題点を示す図である。

【符号の説明】

- 1, 11 スパッタ室
- 2, 12 真空排気室
- 3, 13 ガス導入口
- 4, 14 ターゲット
- 5, 15 カソード電極
- 6, 16 直流電源
- 7, 17 基板
- 8, 18 基板ホルダー
- 9, 19 回転軸
- 10, 20 モーター
- 21 シールド板
- 31 Ti膜
- 32 シリコン酸化膜

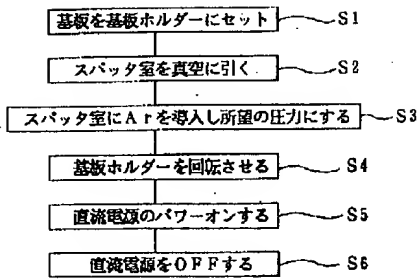


【図1】

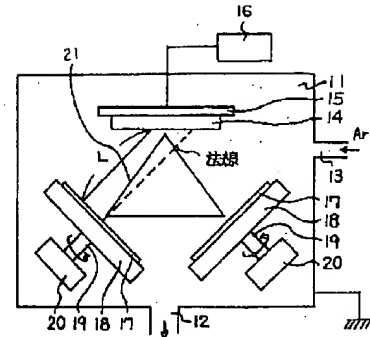


- 1スパッタ室 6直流電源  
2真空排気口 7基板  
3ガス導入口 8基板ホルダー  
4ターゲット 9回転軸  
5カソード電極 10モーター

【図2】

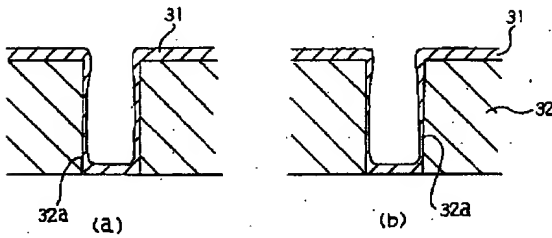


【図4】

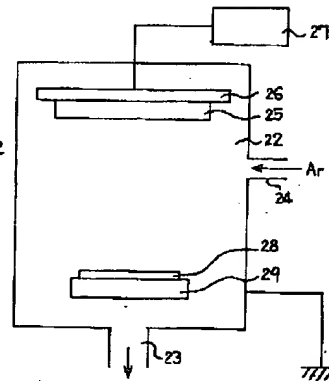


- 11スパッタ室 16直流電源  
12真空排気口 17基板  
13ガス導入口 18基板ホルダー  
14ターゲット 19回転軸  
15カソード電極 20モーター  
21シールド板

【図3】



【図5】



【図6】

